

鉄筋の機械式定着の側面剥離破壊に関する研究

岐阜大学大学院 学生会員 ○大森 慎也
岐阜大学 正会員 内田 裕市

1. 目的

作業効率の向上あるいは構造物の品質向上を目的として、鉄筋の定着にフック定着の代わりに機械式定着が用いられるようになってきている。

機械式定着は、鉄筋の端部にプレートを固定し、プレートの支圧力によって鉄筋を定着する機構となっている。そのため、かぶりが小さい部分に機械式定着を用いると、プレートからの支圧力によりかぶりコンクリートが剥離する側面剥離破壊が生じる可能性がある。

本研究では、各種要因が機械式定着の側面剥離破壊に及ぼす影響について引抜き試験を行い実験的に検討するとともに、FEM 解析によるシミュレーションを行うこととした。

2. 引抜き試験

2.1 試験概要

本研究では D16 鉄筋の機械式定着を想定した。また、鉄筋を降伏させないために、**図-1** に示すように鉄筋の代わりに PC 鋼棒 ($\phi=17\text{mm}$, 付着なし) を用い定着プレート (寸法 $35\times 35\times 10\text{mm}$, SM490) をねじおよびナットで接続した。

側面かぶりの大きさと側面剥離破壊耐力の関係を明らかにするために、側面かぶりを 2ϕ ($\phi=16\text{mm}$) と 3ϕ の 2 種類とした試験体 (シリーズ N) を製作した。また、プレート背面のかぶりが側面剥離破壊に及ぼす影響を確認するために、プレート背面のかぶりをなくした試験体 (シリーズ B) を製作した。さらに、直交鉄筋が側面剥離破壊に及ぼす影響を確認するために、定着プレートに掛かるように D22 の直交鉄筋を配した試験体 (シリーズ R) を製作した (**図-1**)。コンクリートは最大骨材寸法 25mm 、載荷試験時の圧縮強度 29.5 N/mm^2 の普通コンクリートとした。

載荷は、手動のセンターホール型油圧ジャッキにより行った。計測項目は、引き抜き荷重、プレートの抜け出し変位、および側面コンクリートの表面の

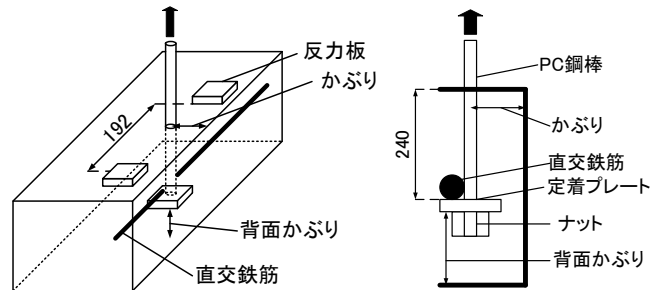


図-1 試験体

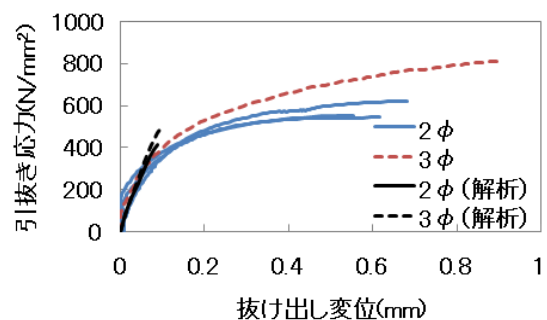


図-2 側面かぶりの影響

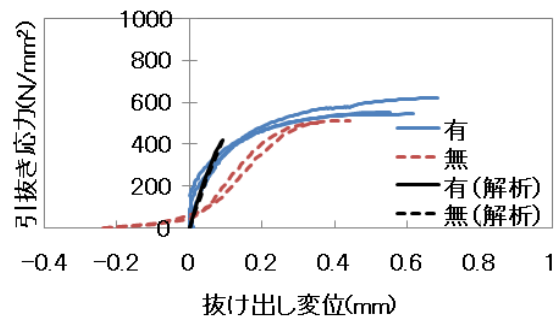


図-3 背面かぶりの影響

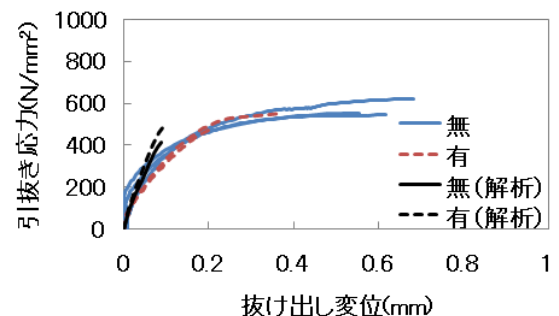


図-4 直交鉄筋の影響

ひずみとした。側面コンクリートの表面のひずみは定着プレート上面から 50mm 上方の位置において垂直方向と水平方向のひずみを計測した。

キーワード 定着, 機械式定着, 側面剥離破壊, 非線形 FEM 解析

連絡先 〒501-1193 岐阜市柳戸 1 番 1 岐阜大学工学部 TEL 058-293-2406

2.2 試験結果

図-2 から図-4 に引抜き応力-抜け出し変位関係を示す。ここで、引抜き応力は荷重を D16 鉄筋の引張応力に換算したものである。

図-2 に示すように、かぶりが 3ϕ から 2ϕ に小さくなると耐力が小さくなっている。図-3 に示すように、定着プレート背面のかぶりがない場合は定着プレート背面のかぶりがある場合に比べて最大耐力が小さくなっている。ただし、その差は 10% 程度であった。図-4 に示すように、直交鉄筋の有無による最大耐力の差は見られず、側面剥離破壊耐力に対する直交鉄筋の影響はほとんどないと考えられる。

図-5 にコンクリート表面のひずみを示す。垂直方向ひずみは最大耐力に達する直前にひずみの増分が圧縮から引張に転じる現象が見られた。これは荷重が小さい段階では定着プレートからの支圧力によりコンクリート表面に圧縮ひずみが生じるが、最大耐力の直前において、コンクリート表面が膨らむ状態になったことを示しているものと考えられる。したがって、コンクリート表面の垂直方向ひずみの増分が圧縮から引張に転じる現象は側面剥離破壊の前兆を表す目安となる可能性があると考えられる。

3. FEM 解析

3.1 解析概要

2.1 で述べた供試体を対象として非線形 FEM 解析を行った。図-6 に解析モデルを示す。解析モデルは試験体の対称性を考慮して 1/2 モデルとした。

3.2 解析結果

図-2 から図-5 にかぶりが 2ϕ の場合の解析結果を示す。解析で得られた引抜き応力-抜け出し変位関係、および引抜き応力-垂直ひずみ関係はほぼ線形的な挙動を示した。いずれも载荷初期の曲線は実験結果とほぼ一致した。しかし、終局時の抜け出し変位は、実験値に比べて非常に小さくなり、解析では大きな塑性変形を再現することができなかった。シリーズ N のかぶりが 2ϕ 場合、解析で得られた耐力は 417 N/mm^2 となり実験値より 100 N/mm^2 程度低くなった。なお、実験で計測された垂直方向ひずみの反転は再現できなかった。

図-7 にシリーズ N のかぶりが 2ϕ の試験体の最大荷重時の変形およびひび割れひずみを示す。側面かぶり側のコンクリートが膨れている様子が窺える。

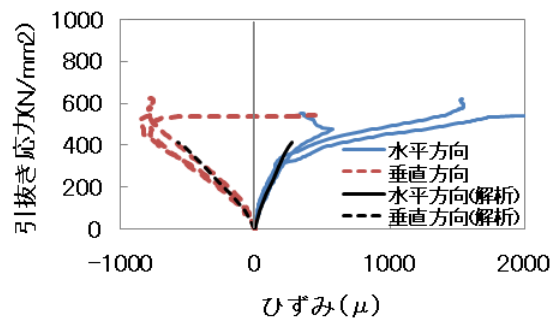


図-5 シリーズ N (かぶり 2ϕ)

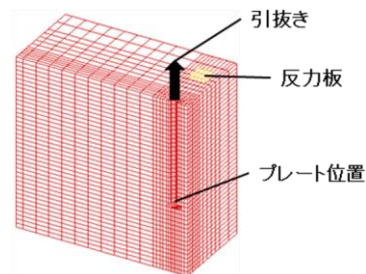


図-6 解析モデル

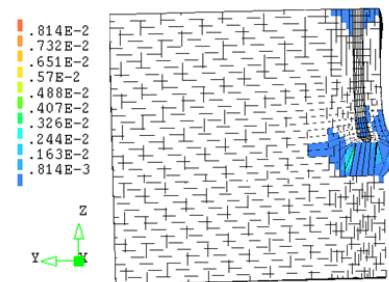


図-7 変形及びひび割れひずみ

また、コンクリートが膨らんでいる部分にひび割れが発生していることから、側面剥離破壊していると考えられる。

4. まとめ

(1) かぶりが 3ϕ から 2ϕ に小さくなると耐力が小さくなった。

(2) 定着プレート背面のかぶりコンクリートがない場合は定着プレート背面のかぶりコンクリートがある場合に比べて耐力が小さくなったが、その差は 10% 程度であった。

(3) 側面剥離破壊耐力に対する直交鉄筋の影響はほとんどなかった。

(4) 側面剥離破壊した試験体において、コンクリート表面の垂直方向ひずみが最大耐力に達する直前にひずみの増分が圧縮から引張りに転じる現象が見られた。

(5) FEM 解析により側面剥離破壊の様子は再現できたが、耐力は実験値より小さくなり、また、最大荷重時の変形も実験値よりかなり小さくなった。